

中国软科学研究丛书

“十一五”国家重点图书出版规划项目

丛书主编：张来武

# 城市能源生态化供应与管理

孙 岩 陈利顺 著



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

中国软科学研究丛书

丛书主编：张来武

“十一五”国家重点图书出版规划项目  
国家软科学研究计划资助出版项目

# 城市能源生态化供应与管理

孙 岩 陈利顺 著



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

协调能源供应与生态环境之间的关系以保证我国经济持续健康发展,寻求一条有利于可持续发展的、能够减少污染的能源供应与消费之路,是我国城市经济发展过程中必须解决好的一个重要课题。为此,本书以当前二元经济结构下能源消费的主体——城市为研究对象,根据世界能源发展趋势和国内能源供应现状,针对目前城市能源供应过程中存在的普遍问题,提出了能源生态化供应的概念,并针对城市能源生态化供应评价体系、居民能源消费行为、能源生态化供应实现路径和引导政策等关键问题展开研究,最后提出了实现城市能源生态化供应的对策及建议。

本书可供各级政府能源管理部门的相关工作人员及能源规划和管理、技术开发等领域的学者和研究生参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市能源生态化供应与管理/孙岩,陈利顺著. —北京:科学出版社,2013

(中国软科学研究丛书)

ISBN 978-7-03-038667-0

I. ①城… II. ①孙… ②陈… III. ①城市-能源供应-研究-中国②城市-能源管理-研究-中国 IV. ①F206

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 224400 号

丛书策划:林 鹏 胡升华 侯俊琳

责任编辑:邹 聪 闵敬淞/ 责任校对:桂伟利

责任印制:钱玉芬/ 封面设计:黄华斌 陈 敬

编辑部电话:010-64035853

E-mail: houjunlin@mail. sciencep. com

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2013 年 8 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2013 年 8 月第一次印刷 印张: 10 1/2

字数: 197 000

定价: 58.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# “中国软科学研究丛书”编委会

主 编 张来武

副主编 李朝晨 王 元 胥和平 林 鹏

委 员 (按姓氏笔画排列)

于景元 马俊如 王玉民 王奋宇

孔德涌 刘琦岩 孙玉明 杨起全

金吾伦 赵志耘

编辑工作组组长 刘琦岩

副组长 王奋宇 胡升华

成 员 王晓松 李 津 侯俊琳 常玉峰

# 总序

## PREFACE

软科学是综合运用现代各学科理论、方法，研究政治、经济、科技及社会发展中的各种复杂问题，为决策科学化、民主化服务的科学。软科学研究是以实现决策科学化和管理现代化为宗旨，以推动经济、科技、社会的持续协调发展为目标，针对决策和管理实践中提出的复杂性、系统性课题，综合运用自然科学、社会科学和工程技术的多门类多学科知识，运用定性和定量相结合的系统分析和论证手段，进行的一种跨学科、多层次的科研活动。

1986年7月，全国软科学研究工作座谈会首次在北京召开，开启了我国软科学勃兴的动力阀门。从此，中国软科学积极参与到改革开放和现代化建设的大潮之中。为加强对软科学研究的指导，国家于1988年和1994年分别成立国家软科学指导委员会和中国软科学研究会。随后，国家软科学研究计划正式启动，对软科学事业的稳定发展发挥了重要的作用。

20多年来，我国软科学事业发展紧紧围绕重大决策问题，开展了多学科、多领域、多层次的研究工作，取得了一大批优秀成果。京九铁路、三峡工程、南水北调、青藏铁路乃至国家中长期科学和技术发展规划战略研究，软科学都功不可没。从总体上看，我国软科学研究已经进入各级政府的决策中，成为决策和政策制定的重要依据，发挥了战略性、前瞻性的作用，为解决经济社会发展的重大决策问题作出了重要贡献，为科学把握宏观形

势、明确发展战略方向发挥了重要作用。

20 多年来，我国软科学事业凝聚优秀人才，形成了一支具有一定实力、知识结构较为合理、学科体系比较完整的优秀研究队伍。据不完全统计，目前我国已有软科学研究机构 2000 多家，研究人员近 4 万人，每年开展软科学研究项目 1 万多项。

为了进一步发挥国家软科学研究计划在我国软科学事业发展中的导向作用，促进软科学研究成果的推广应用，科学技术部决定从 2007 年起，在国家软科学研究计划框架下启动软科学优秀研究成果出版资助工作，形成“中国软科学研究丛书”。

“中国软科学研究丛书”因其良好的学术价值和社会价值，已被列入国家新闻出版总署“‘十一五’国家重点图书出版规划项目”。我希望并相信，丛书出版对于软科学研究优秀成果的推广应用将起到很大的推动作用，对于提升软科学研究的社会影响力、促进软科学事业的蓬勃发展意义重大。

科技部副部长



2008 年 12 月

# 序

## PREFACE

能源对人类社会的发展起着至关重要的推动作用。然而，20 世纪 90 年代以来，伴随着煤炭、石油等传统资源的过度开采与滥用，生态环境日益恶化，能源供应危机不断加剧，对人类社会的可持续发展造成了严重威胁，引起了世界各国政府的高度关注。

我国的经济的发展以能源的过度消耗、环境的严重污染为代价，环境污染和生态破坏已成为我国面临的最大挑战。寻求一条既节能减排，又有利于可持续发展的能源供应与消费之路，是我国乃至世界经济发展过程中必须解决好的一个重要课题。

著者近年来一直致力于我国能源管理与政策的研究工作，多次参与城市能源供应方案的设计与论证，积累了深厚的理论功底与丰富的实践经验。在相关课题的资助下，著者带领其团队开展了深入的研究工作，在国内外重要期刊上发表了多篇高水平的学术论文，其富有价值的研究成果充分体现了著者强烈的社会责任感和严谨的治学态度。

《城市能源生态化供应与管理》一书是著者多年研究成果的总结与凝练，其中提出的能源供应相关理论和方法，具有很好的理论意义和应用价值，可以在实践中参考。该书以我国能源供应现状及发展趋势为出发点，立足学术前沿，积极探索我国能源生态化供应的科学发展对策；通过构建城市能源生态化供应的层次结构模型，建立了完整的城市能源生态化供应水平测度体系，并对我国城市居民的能源消费行为进行评价；在此基础上，对比我国与发达国家的城市能源供应情况，提出我国城市能源生态化供应的实现路径，探讨城市能源生态化供应的对策及建议。该书的内容和主旨，本质上是在城市能源生态化供应与管理领域，支持和实践国家绿色发展战略目标。

祝贺专著成功问世，也期望著者能够继续深入研究，为我国经济增长与生态环境的协调发展提供帮助。

大连理工大学生态规划与发展研究所、  
国际生态安全研究所所长，博士生导师



2013年3月

近年来,我国的经济的发展以高能耗、重污染为代价,导致煤炭、石油资源面临枯竭,生态环境严重破坏等一系列问题。经济发展与能源供应、生态环境之间所存在的尖锐矛盾,是目前及未来很长时间内我国所面临的重大挑战。如何协调能源供应与生态环境之间的关系以保证我国经济持续健康发展是当前亟待解决的重要课题,也是本书出版的主要动力。

在国家自然科学基金青年科学基金项目(项目编号:71103025)、国家软科学研究计划资助出版项目(项目编号:2011GX9K008)、辽宁省社会科学规划基金立项课题(项目编号:L110DGL018)等多项课题的支持下,笔者将多年的能源管理理论与实践进行总结与提炼,形成本书,围绕城市能源生态化供应这一核心内容开展了大量深入的研究,希望能够为推动我国城市能源供应的生态化进程提供支持。本书主要探讨了以下四个方面的问题。

(1) 系统阐述了发达国家能源生态化供应及可再生能源发展的现状,并从能源供应结构、利用效率、节能等方面对我国几个典型城市进行对比分析,提出能源供应要遵循减量化、再利用和再循环的指导思想,运用生态学中的循环再生原则改造城市能源供应体系,提高城市能源使用效率。

(2) 通过分析城市能源生态化供应的特点及标准,构建城市能源生态化供应的层次结构模型;在此基础上,建立了完整的测度指标体系,可用于评价城市能源生态化供应的方案。

(3) 应用实证研究、专家访谈等管理研究方法对城市居民能源消费的态度、行为进行分析评价,建立了城市居民能源消费行为评价体系,为设计城市清洁能源实现路径提供依据。

(4) 对城市能源生态化供应的实现路径展开研究,提出政策扶持、技术推动、政府引导三种模式。在此基础上,探讨城市能源生态化供应的对策及建议,为城市能源供应方案的决策提供理论指导。

在项目研究与本书撰写过程中,杨卫华、冯立芳、江凌、范明辉、王

秀平等老师和同学参与了部分基础资料搜集、文献整理和文字校对工作，在此表示衷心的感谢。

由于作者的水平有限，不足之处在所难免，敬请业内专家和广大读者批评指正。

作 者

2013 年 3 月

## “中国软科学研究丛书”已出版书目

- 《区域技术标准创新——北京地区实证研究》
- 《中外合资企业合作冲突防范管理》
- 《可持续发展中的科技创新——滨海新区实证研究》
- 《中国汽车产业自主创新战略》
- 《区域金融可持续发展论——基于制度的视角》
- 《中国科技力量布局分析与优化》
- 《促进老龄产业发展的机制和政策》
- 《政府科技投入与企业 R&D——实证研究与政策选择》
- 《沿海开放城市信息化带动工业化战略》
- 《全球化中的技术垄断与技术扩散》
- 《基因资源知识产权理论》
- 《跨国公司在华研发——发展、影响及对策研究》
- 《中国粮食安全发展战略与对策》
- 《地理信息资源产权研究》
- 《第四方物流理论与实践》
- 《西部生态脆弱贫困区优势产业培育》
- 《中国经济区——经济区空间演化机理及持续发展路径研究》
- 《研发外包：模式、机理及动态演化》
- 《中国纺织产业集群的演化理论与实证分析》

《国有森林资源产权制度变迁与改革研究》

《文化创意产业集群发展理论与实践》

《中国失业预警：理论、技术和方法》

《黑龙江省大豆产业发展战略研究》

《中小企业虚拟组织》

《气候变化对中国经济社会可持续发展的影响与应对》

《公共政策的风险评价》

《科技人力资源流动的个体选择与宏观表征》

《大型企业集团创新治理》

《我国小城镇可持续发展研究》

《食品安全法律控制研究》

《中国资源循环利用产业发展研究》

《新兴产业培育与发展研究——以安徽省为例》

《中国矿产地战略储备研究》

《中国经济增长可持续性——基于增长源泉的研究》

《归国留学人员的高技术创业》

《城市能源生态化供应与管理》

《技术对外依存与创新战略》

《高技术服务业创新：模式与案例》

《中外文化创意产业政策研究》

# 目 录

## CONTENTS

|                        |    |
|------------------------|----|
| ◆ 总序 (张来武)             |    |
| ◆ 序                    |    |
| ◆ 前言                   |    |
| ◆ 第一章 引言               | 1  |
| 第一节 城市能源生态化供应的内涵       | 3  |
| 第二节 城市能源生态化供应的地位与作用    | 3  |
| 第三节 城市能源生态化供应的指导原则     | 5  |
| ◆ 第二章 国内外城市能源生态化供应比较研究 | 8  |
| 第一节 发达国家能源生态化供应现状      | 8  |
| 第二节 典型国家或地区可再生能源发展现状   | 16 |
| 第三节 国内城市能源生态化供应现状      | 23 |
| ◆ 第三章 城市能源供应生态化水平测度体系  | 49 |
| 第一节 城市能源生态化供应的特点及标准    | 49 |
| 第二节 城市能源生态化供应层次结构模型的构建 | 52 |
| 第三节 测度指标体系设计原则与思路      | 60 |
| 第四节 测度指标分类与指标体系        | 62 |
| 第五节 指标评价方法             | 67 |
| ◆ 第四章 城市居民能源消费行为研究     | 72 |
| 第一节 居民能源消费行为评价体系       | 72 |

|       |                             |     |
|-------|-----------------------------|-----|
| 第二节   | 城市居民能源消费行为的评价 .....         | 73  |
| 第三节   | 城市居民能源消费行为分析 .....          | 78  |
| ◆ 第五章 | 城市能源生态化供应实现路径研究 .....       | 80  |
| 第一节   | 城市能源生态化供应方案设计 .....         | 80  |
| 第二节   | 实现清洁能源的路径模式 .....           | 88  |
| ◆ 第六章 | 实现城市能源生态化供应的指导政策研究 .....    | 95  |
| 第一节   | 能源配额制度 .....                | 95  |
| 第二节   | 固定电价制度 .....                | 96  |
| 第三节   | 招投标制度 .....                 | 97  |
| 第四节   | 绿色电价制度 .....                | 98  |
| 第五节   | 统一绿色电力市场模式 .....            | 100 |
| 第六节   | 可再生能源发展基金 .....             | 103 |
| 第七节   | 电价定价制度 .....                | 105 |
| ◆ 第七章 | 城市能源生态化供应的实施案例——以大连为例 ..... | 108 |
| 第一节   | 大连能源供应的“十二五”规划目标 .....      | 108 |
| 第二节   | 清洁能源发展规律研究 .....            | 109 |
| 第三节   | 大连清洁能源实现路径研究 .....          | 112 |
| 第四节   | 大连能源供应的差距与问题分析 .....        | 128 |
| 第五节   | 结构优化方案 .....                | 130 |
| 第六节   | 减量化供应方案 .....               | 138 |
| 第七节   | 再利用供应方案 .....               | 140 |
| 第八节   | 再循环供应方案 .....               | 142 |
| ◆ 第八章 | 实现城市能源生态化供应的对策及建议 .....     | 144 |
| 第一节   | 结构优化供应对策 .....              | 144 |
| 第二节   | 减量化供应对策 .....               | 147 |
| 第三节   | 再利用供应对策 .....               | 148 |
| 第四节   | 再循环供应对策 .....               | 149 |
| ◆     | 参考文献 .....                  | 150 |

半个世纪以来,世界上大多数国家都完成了由煤炭时代向石油时代的转变,现在正向石油、天然气时代过渡。从各国发展趋势看,工业化国家无一例外均采用了以油、气燃料为主的能源供应方式。逐步减少固体燃料在能源结构中的比例是世界各国提高能源效率、降低能源系统成本、提供优质能源服务的必然选择。

面对能源的潜在危机和生态环境的不断恶化,发达国家(如美国、日本),开始大力发展风电、太阳能、生物能等可再生能源,努力实现经济及社会的可持续发展。在过去几年内,全球风电和光伏发电的年增长率均高达30%以上,欧盟风力发电成本在过去5年间下降了20%,进入了大规模发展阶段。欧盟2009年可再生能源发电量占总发电量的19.9%,还确立了到2050年可再生能源在能源供应中占50%以上的目标。到21世纪下半叶,可再生能源将逐渐取代化石能源而成为世界能源体系的支柱(王祯,2010)。

总之,世界能源消费呈现如下趋势,即能源消费已经逐步摆脱了对煤炭的依赖,一次能源结构趋向多元化,将更多地使用电力和优质能源,如天然气、石油制品、甲醇及氢气等;可再生能源比例逐步扩大,终端能源结构趋向更灵活、方便及洁净的能源形式。

我国长期以来实行的是以煤炭为基础的能源发展策略,这一策略近年来受到了可持续发展的巨大挑战。我国目前是全球第一煤炭消费大国,近年来,我国煤炭产量的高速增长主要是通过大型煤矿超能力生产和乡镇小煤矿产量急速增加来实现的。而这种高强度、大幅度、超能力增产,将使煤炭行业的产能比进一步失调,进而影响煤炭连续、稳定供应。

我国能源消费结构中,煤炭占70.4%,天然气占4.5%,石油占17.7%,核能占0.7%,水能占6%;而世界同期能源消耗量构成的平均比例是:煤炭占30.3%、石油占33.1%、天然气占23.7%、核能占4.9%。可见,我国的天然气和核能等开发明显不足,而石油又强烈依赖进口,能源结构失调的局面显然跟不上经济发展的步伐(庞名立,2012)。

根据国家发展和改革委员会能源研究所2003年的分析预测,未来中国石油、天然气需求增长较快,预计到2020年,中国石油需求量为5.63亿吨,年均递增12%,天然气在一次能源消费中,所占比例也将由2003年的2.9%增长到10%以上,我国一次能源的总需求为25亿~33亿吨标准煤,将是2000年的2倍。

同时，以煤炭为主的能源消费结构，使得我国目前的能源利用效率水平、单位产品耗能与西方发达国家相比，存在很大的差距。2001年，中国终端能源用户能源消费的支出为1.25万亿元，占国内生产总值（GDP）总量的比例为13%，而美国仅为7%。我国单位产品的能耗水平较高，目前8个高能耗行业的平均单位产品能耗比世界先进水平高47%，而这8个行业的能源消费占工业部门能源消费总量的73%（黄乐桢，2003）。按当前经济发展速度，2020年我国人均GDP将超过1万美元，从实现工业化国家的经验看，在人均GDP达到1万美元（即相当于中等发达国家水平）之前，其人均能源消费量增长较快，人均能源消费量和经济发达水平有明显正相关关系。

目前是我国实现工业化的关键时期，也是经济结构、城市化水平、居民消费结构发生显著变化的阶段。反映到能源领域，我国的能源供应、消费结构就必须得到优化。国家发展和改革委员会能源研究所的研究（国家能源战略课题组，2003）表明，能源结构的优化进程对能源需求总量影响很大。敏感性分析表明，能源消费结构中煤炭的比重每下降1个百分点，相应的能源需求总量可降低2000万吨标准煤。因此，我国必须改变以煤炭为主的能源消费结构现状，同世界能源供应结构接轨。

我国经济的高速增长是建立在能源高消耗基础之上的。2003年我国消耗的各类国内资源和进口资源约合50亿吨，而创造的GDP仅相当于世界的4%，投入产出比例明显低于国际平均水平。我国单位GDP的废水、固体废弃物排放水平都大大高于发达国家。由于经济增长方式粗放，付出的资源环境代价过大，加剧了能源、资源短缺的压力，带来了能源供应的紧张。

针对经济发展过程中出现的能源紧张的突出问题，我国已经确立建设节能型社会的战略，积极推动全社会节能，要求用少量的能源消耗，尽可能地实现循环再利用，支撑社会的可持续发展。此外，为了增加能源供应，改善能源结构，保障能源安全，保护环境，我国已经通过《中华人民共和国可再生能源法》，采用产业指导与技术支持、推广与应用、价格管理与费用分摊、经济激励与监督等措施方案，鼓励各种可再生能源的开发利用。

但是，我国长期以来形成了以煤炭为主的能源结构，水电、风电、生物质气化等新技术利用的可再生能源量每年只有约5200万吨标准煤，仅占全国一次能源总消费量的3%，加之年人均能源消费量逐年增加，能源资源供应逐渐显得相对不足。这些都成为近年来影响我国社会、经济与环境可持续发展的一个极为重要的限制因素。因此，如何寻求一条有利于可持续发展的、能够减少污染的能源供应与消费之路，是我国城市经济发展过程中必须解决好的一个重要课题。

为此，本书根据世界能源发展趋势和中国能源供应现状，针对目前城市能源供应过程中存在的普遍问题，提出了能源生态化供应的概念，并就相关理论

作了探讨。在分析国内典型城市能源供应现状和经验的基础上,结合沿海城市能源供应的实际情况,在城市能源生态化供应理论的指导下,提出了沿海城市能源生态化供应的方案和对策,以提升我国城市的能源生态化供应水平,为我国经济的长期、持续、稳定发展提供保障。

## 第一节 城市能源生态化供应的内涵

所谓的城市能源生态化供应,是指一种在整个城市的能源供应链中综合考虑环境影响和能源利用效率的现代能源供应模式。它以循环经济、工业生态理论和能源供应链管理技术为基础,其目的是使能源的开采、加工、运输、使用、处理的整个过程对环境影响最小,并使能源利用效率达到最高,从而将能源供应链与环境协调起来,最终实现能源供应的可持续发展。

能源供应链则是指围绕着能源活动主体,通过对能源的信息流、物流和资金流的控制,从能源开发开始,经过能源的生产和处理形成最终的能源产品,最后由能源供应网络把能源输送到消费者手中,将能源供应者、生产者、分配者、消费者和处理者连接成一个整体的功能网络结构模式。由于能源系统网络内部之间的关系纵横复杂,需要对能源供应链进行系统的管理,使能源供应链上的主体分别承担能源的开发、运输、加工、转换、分配、使用和回收处理等职能而成为一个协调发展的有机体。在信息网络的基础之上,能源供应链管理要实现能源需求和供给之间的平衡,降低总体能源交易成本,减少能源消费过程中出现的浪费和环境污染现象,这些都离不开对能源供应链的生态化改造过程(马士华等,2000)。

城市能源供应链的生态化改造对象并不是能源供应链上的某一个或几个环节,而是将能源供应链看做一个包括各种能源开发利用主体在内的复杂的生态系统,利用生态学中的理论和方法,并使用系统论、控制论和计算机等现代化技术,寻求能源供应链的优化组合方式、合理的能源结构与绿色能源技术,使生态化改造后的能源供应实现能源的减量化利用,提高能源的再循环和再利用程度。

## 第二节 城市能源生态化供应的地位与作用

随着能源结构的不断调整优化,以及人类对环境越来越严格的保护,能源供应必然要经历一个生态化改造的过程,以减少能源开发利用中对环境的破坏,实现能源供应的可持续发展。因此,能源供应的生态化在社会生产生活中的作